

## Entwicklung eines 360° Serious Games zu Tätigkeiten von Forschenden in der Physik

Benedikt Weiss, Moritz Kriegel, Verena Spatz

Technische Universität Darmstadt, Hochschulstraße 12, 64289 Darmstadt  
moritz.kriegel@physik.tu-darmstadt.de

### Kurzfassung

Schüler\_innen haben oft ein stark verkürztes Bild der Arbeitsweisen von Naturwissenschaftler\_innen, was zu naiven, stereotypischen Vorstellungen über dieses Berufsfeld führen kann. Besonders die theoretische Physik spielt dabei eine stark untergeordnete Rolle. Diese unvollständigen Vorstellungen über den physikalischen Forschungsalltag können dazu führen, dass Entscheidungen hinsichtlich der späteren Berufswahl basierend auf falschen Annahmen getroffen werden. Um Schüler\_innen eine reflektierte Berufsorientierung im MINT-Bereich zu ermöglichen bedarf es daher der Erfassung und Vermittlung eines möglichst vollständigen Tätigkeitsspektrums von Naturwissenschaftler\_innen (Wentorf et al., 2015).

Vor diesem Hintergrund wurden in einem aktuellen Projekt die Tätigkeiten von Forschenden in einem Sonderforschungsbereich der Kern- und Astrophysik mittels Interview- und Fragebogenstudie differenziert erfasst. Auf dieser Grundlage wurde anschließend ein Serious Game entwickelt und erprobt, welches die verschiedenen Facetten der Arbeitsweisen von Forschenden aus der experimentellen sowie der theoretischen Physik in einer authentischen 360°-Umgebung adressatengerecht darstellt.

### 1. Verbreitete Vorstellungen unter Schüler\_innen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler\_innen

Sollen Schüler\_innen Forschende in den Naturwissenschaften beschreiben, so erhält man oftmals die Beschreibung eines intelligenten, ungepflegten, alten Mannes mit Brille, zerzausten Haaren und weißem Laborkittel, der allein an merkwürdigen sowie gefährlichen Dingen tüftelt (Höttecke & Hopf, 2018).

Dieses verbreitete Bild, dass Forschende in den Naturwissenschaften typischerweise männlich und nicht besonders attraktiv seien, lässt sich sogar noch bei einer kleinen Anzahl an Studierenden nachweisen (ebd.). Obgleich die Vorstellung, dass insbesondere die Physik männerdominiert ist, der gesellschaftlichen Wirklichkeit nicht entgegensteht, sind die mit dieser Vorstellung einhergehenden Erklärungsmuster problematisch. Lediglich 25% der befragten Jugendlichen geben an, dass die Fähigkeiten von Männern und Frauen bzgl. naturwissenschaftlicher Arbeit identisch seien (Höttecke & Hopf, 2018). Als Erklärung für diesen Unterschied werden von den Jugendlichen unterschiedliche Interessen von Frauen und Männern aufgrund von genetischen Ursachen oder auch soziale Unterschiede angegeben. Wenig verwunderlich ist daher, dass derartige negative Stereotype zu einem sich selbst reproduzierenden System der Männerdominanz in den Naturwissenschaften und insbesondere der Physik führen können (Taskinen, 2010).

### 2. Bedeutung adäquater Vorstellungen zum Tätigkeitsprofil von Naturwissenschaftler\_innen

Adäquate Vorstellungen zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik sind aus vielerlei Gründen relevant. Aus einer motivationalen Sicht ist es wünschenswert, dass eine Berufswahl vor allem interessegeleitet erfolgt, da dadurch langfristig eine höhere Berufszufriedenheit erwartet werden kann. Es zeigt sich, dass mit höherem Kenntnisstand über naturwissenschaftliche Berufe auch mehr Freude und Interesse an Naturwissenschaften einhergeht (Taskinen, 2010).

Aus einer gesellschaftlich-politischen Sicht argumentiert Taskinen (2010), dass naturwissenschaftliche Bildung für die aktive Teilhabe an der Gesellschaft stetig wichtiger wird. So werden Lebensstandard und Denkweisen des Einzelnen, aber auch der gesellschaftliche Wohlstand weltweit maßgeblich durch Erkenntnisse aus den Naturwissenschaften geprägt (vgl. ebd. 2010). Auch in Forschung, Wirtschaft und Industrie werden immer höher qualifizierte Mitarbeiter\_innen gesucht, da einfache Tätigkeiten zunehmend von Maschinen übernommen werden. Besonders der Bedarf an Akademiker\_innen in naturwissenschaftlichen Bereichen steige zunehmend. Jedoch zeigt sich, so Taskinen (2010), dass viele, auch begabte Jugendliche den Schulfächern und einem naturwissenschaftlichen Berufsfeld nur wenig Interesse entgegenbringen. Dies führt dazu, dass nur eine geringe Zahl von Schüler\_innen einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt im Laufe ihrer Schulzeit wählen, von denen wiederum nur wenige ein Studium in den Naturwissenschaften anstreben. Zusätzlich zu

der ohnehin geringen Anzahl Studierender in den Naturwissenschaften, ist die Anzahl derjenigen, die ein solches Studium abbrechen, relativ groß, und Studienwechsel zugunsten der Naturwissenschaften sind eher ungewöhnlich (vgl. Taskinen, 2010, S. 13). „Dieses Phänomen der sogenannten Leaking Pipeline – der zunehmende Verlust von potentiellen Nachwuchskräften im Laufe der Schul- und Ausbildungskarriere – betrifft Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften in einem hohen Maße und Mädchen und Frauen im Besonderen“ (Taskinen, 2010).

In beiden Argumentationen spielt das Interesse von Jugendlichen an Naturwissenschaften bei der Berufswahl zugunsten eines naturwissenschaftlichen Berufs eine zentrale Rolle. Dabei sind stereotypische Vorstellungen bei der Interessensentwicklung von Jugendlichen, insbesondere bei Mädchen, entscheidend (Taskinen, 2010). Stereotype wie einseitige oder wenig kreative Tätigkeiten und Männerdominanz erzeugen dabei negative Vorstellungen. Taskinen schreibt hierzu, dass beim Entscheidungsprozess für oder gegen einen naturwissenschaftlichen Beruf stereotypische Vorstellungen aktiv werden, „[...]“, wenn das persönliche, durch das Stereotyp geprägte Bild mit den eigenen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Lebenszielen abgeglichen wird [...]“ (ebd., 2010, S. 65-66). Dieser Vergleich bestimme die Attraktivität des Berufs. Adäquate Vorstellungen über Tätigkeiten und Möglichkeiten in naturwissenschaftlichen Berufen, so Taskinen (2010), können stereotypischen Vorstellungen entgegenwirken und somit u.a. auch die Attraktivität von naturwissenschaftlichen Berufen erhöhen.

### 3. RIASEC+N Modell

Zur Klassifizierung der Tätigkeiten von Physiker\_innen wurde das RIASEC+N Modell nach (Dierks et al., 2014) herangezogen. Das RIASEC+N Modell ist eine Erweiterung des aus der Berufswahlforschung stammenden RIASEC Modells nach (Holland, 1997). Das Akronym RIASEC+N bildet sich aus den sieben Dimensionen, nach denen sich Tätigkeiten einordnen lassen und steht für realistic, investigative, artistic, social, enterprising, conventional, und networking. Dabei lassen sich der realistic-Dimension handwerkliche und technische, der investigative-Dimension forschend-kognitive, der artistic-Dimension künstlerisch-gestalterische, der social-Dimension lehrend-unterstützende, der enterprising-Dimension unternehmerische, der conventional-Dimension administrative Tätigkeiten und der networking-Dimension der Austausch zwischen Naturwissenschaftler\_innen zuzuordnen (Dierks et al., 2014).

In unseren Vorarbeiten haben wir das RIASEC+N Modell für die Arbeit von Forschenden in der Physik spezifiziert (Kriegel & Spatz 2022). Mittels Interview- und Fragebogenerhebung wurden die Tätigkeiten von Physiker\_innen eines Sonderforschungsbereichs (SFB1245) der Kern- und Astrophysik differenziert erfasst.

Die somit ermittelten Tätigkeitsprofile wurden für die Entwicklung des 360° Serious Games als Grundlage verwendet.

### 4. Ziel des Projekts und Begründung der 360° Umgebung als innovative Umsetzungsmöglichkeit

Untersuchungen von (Stamer, 2019) und (Leiß, 2020) zur Vermittlung adäquater Vorstellungen zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler\_innen durch Schülerlabore konnten bereits positive Effekte verzeichnen. Problematisch bleibt allerdings, dass Schülerlabore mit einem hohen personellen, materiellen und zeitlichen Aufwand verbunden sind und gleichzeitig aufgrund geringer Kapazitäten nur wenige Schüler\_innen erreichen.

Eine zugängliche Alternative unabhängig von Kapazität, Personal und Finanzierung könnte ein entsprechend gestaltetes Serious Game darstellen. Durch den Einsatz eines Serious Games wird versucht, die Unterhaltungsprozesse von digitalen Spielen zum Lernen nutzbar zu machen. Prensky (2003) begründet die Effektivität von digitalen Lernspielen durch das hohe Maß an intrinsischer Motivation, welche bei den Lernenden erzeugt wird. Diese Motivation entsteht durch den umfangreichen und angenehmen Kontext, sowie eine fesselnde Geschichte mit Überraschungsmomenten, in welche die Aufgaben eingebunden sind. Darüber hinaus sind sowohl Ziele und Regeln fest definiert, als auch Aktionen mit unmittelbarem Feedback versehen, wodurch ein hohes Level an Interaktivität und Herausforderung geschaffen wird. Aus lernpsychologischer Sicht begründet van Eck (2006) die Effektivität von Serious Games durch die Möglichkeit des situierten Lernens und dem Flow, in den Lernende durch die Spielhandlung geraten können.

Das Ziel dieses Projekts im Rahmen einer wissenschaftlichen Hausarbeit war, jene alternative Vermittlung adäquater Vorstellungen zu den Tätigkeiten von Physiker\_innen durch ein 360° Serious Game zu ermöglichen.

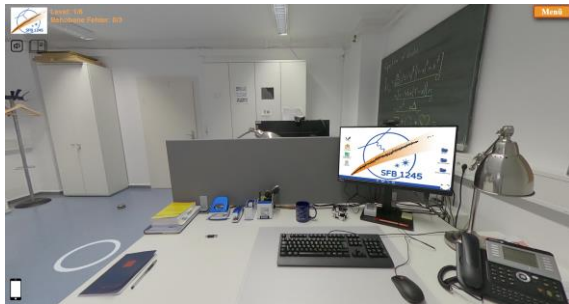
Um diesem Ziel gerecht zu werden, sollte das erstellte Serious Game den Forschungsalltag in der Physik möglichst authentisch abbilden. Damit Spielenden einerseits ein Einblick in den Berufsalltag von Physiker\_innen ermöglicht wird und sie andererseits mögliche stereotypische Vorstellungen vom „typischen Physiker“ abbauen können, sollten die im Spiel auftauchenden Arbeitsumgebungen und Personen so realistisch wie möglich vorgestellt werden. Dies gelingt durch die Aufnahme sog. Panoramen mit einer 360° Kamera.

Der Einsatz einer 360° Kamera birgt weitere Vorteile: Zum einen wird die spielende Person ins Zentrum des Spielgeschehens gestellt, da die Kamera in jeder Aufnahme das Zentrum des Panoramas darstellt. So wird für die Spielenden eine First-Person-Perspektive realisiert (auch als Ego-Perspektive bekannt), welche (im Gegensatz zu anderen Perspektiven, wie der Third-Person-Perspektive oder Vogelperspektive) keine fiktiven Protagonist\_innen des Games benötigt,

mit denen sich die Spielenden identifizieren müssen. In der First-Person-Perspektive sind die Spielenden vielmehr selbst die Protagonist\_innen, was oft als mitreißender empfunden wird (Günzel, 2006). Zum anderen sind für die Erstellung des Games keine Programmierkenntnisse erforderlich.

### 5. Umsetzung des 360° Serious Games

Das in diesem Projekt erstellte 360° Serious Game „Physics Life“ ist hauptsächlich mit Hilfe der Virtual Tour Software von 3DVista und einer GoPro Max (Kamera) aufgenommen und erstellt worden. Die aufgenommenen Umgebungen, in denen sich die Spielenden umschaun können, sind Räume der Technischen Universität Darmstadt.



**Abb.1:** Auszug aus dem 360° Serious Game „Physics Life“ - Das Büro

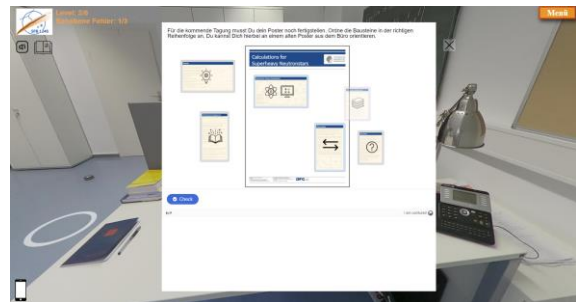
Damit der Eindruck der Bewegungsfreiheit im Spiel entsteht, werden in dem Programm von 3DVista die Panoramen miteinander verknüpft: So sorgt beispielsweise ein Mausklick auf eine Wegmarkierung (weiße Kreise auf dem Boden, siehe Abb.2) dafür, dass das nächste Panorama angezeigt wird (das etwa an der Position der angeklickten Wegmarkierung aufgenommen wurde). Der dazu eingblendete Übergangseffekt lässt die Illusion der Bewegung durch den Raum von einer Wegmarkierung zur nächsten sehr realistisch wirken.



**Abb.2:** Auszug aus dem 360° Serious Game „Physics Life“ - Wegmarkierungen in der Bibliothek

Die Panoramen sind mit weiteren Interaktionsflächen, sogenannten Hotspots versehen. Hinter Hotspots können Aufgaben versteckt sein, die für den Spielfortschritt gefunden und bearbeitet werden müssen. Die Aufgaben repräsentieren dabei typische Tätigkeiten der Arbeitswelt von Doktorand\_innen der

Physik. Hier exemplarisch dargestellt sind das Erstellen eines Posters (Abb. 3), die Teilnahme an einer Tagung (Abb. 4) und das Halten einer Übungsstunde für Studierende (Abb. 5).



**Abb.3:** Auszug aus dem 360° Serious Game „Physics Life“ - Drag & Drop Aufgabe zur Erstellung eines Tagungsposters



**Abb.4:** Auszug aus dem 360° Serious Game „Physics Life“ - Physiktagung



**Abb.5:** Auszug aus dem 360° Serious Game „Physics Life“ - Übungsbetreuung

Damit die repräsentierten Tätigkeiten wiederholt werden, wurde ein Teammeeting einer Arbeitsgruppe ins Game implementiert, bei dem die Spielenden den eigenen Arbeitsfortschritt berichten und innerhalb der AG verschiedene anstehende Aufgaben verteilen. Dadurch werden die Tätigkeiten, welche ansonsten im Game lediglich implizit vermittelt werden, ins Gedächtnis gerufen und explizit verbalisiert.

Insgesamt sind für das Spiel 57 Panoramen, 38 Videos, 19 Audios und 18 Bilder erstellt und in einer Storyline verknüpft worden, welche die Spielenden in die Rolle von Promovierenden der theoretischen (Kern-)Physik hineinversetzen. Das Spielgeschehen verbindet Tätigkeiten aus allen sieben RIASEC+N Dimensionen miteinander, wobei die Hauptaufgabe

des Spiels in der Fertigstellung einer Computersimulation besteht, für die Rechenzeit auf einem Hochleistungsrechner beantragt wurde. Hierfür müssen mehrere Informationen gesammelt werden, welche die Spielenden nicht nur durch Literaturrecherche in der Bibliothek, sondern auch durch Austausch mit Kolleg\_innen der Arbeitsgruppe, einer Kollegin der experimentellen Physik und Forschenden auf einer Tagung sammeln müssen.

Das Spiel ist ohne physikalische Vorkenntnisse ab der achten Jahrgangsstufe einsetzbar und dauert idR. etwa 70 Minuten.

### 6. Feedback zum 360° Serious Game „Physics Life“

Das erstellte 360° Serious Game „Physics Life“ hat mehrere Testphasen durchlaufen. Dabei ist das Spiel auch von Physiker\_innen des SFB 1245 auf Authentizität überprüft und weitgehend für sehr realistisch und geeignet empfunden worden:

- “I think it is impressive. By the end of the game, I was in a groove and understood how things worked”.
- “I think this would be an enjoyable and informative experience for students to play through”.
- “I think it does a great job representing all the work that happens over the course of research work. I think the connections between the tasks were well motivated and the story fit together well. It was also encouraging to have to list what one accomplished and see really how many responsibilities are contained in research work”.
- “I think most things are adequately represented”.

Weiter sind vier Schüler\_innen der siebten bis neunten Jahrgangsstufe mittels einer Think-Aloud Befragung hinsichtlich Verständlichkeit, Machbarkeit und Spielerlebnis interviewt worden. Die Testpersonen haben für den Durchlauf des gesamten Spiels zwischen 60 und 75 Minuten benötigt. Die Ergebnisse dieser Befragung zu konkreten Stolperstellen sind in eine Überarbeitung des Games eingeflossen und haben zu einer weiteren Verbesserung beitragen. Darüber hinaus zeigten die Schülerinnen auch hierbei viele positive und vielversprechende Reaktionen:

- „Es hat Spaß gemacht daran (am Computer) zu arbeiten“.
- Die Entschlüsselung der im ASCII-Code geschriebenen Wörter ist „richtig cool“.
- „Ich habe mir das (den Alltag von Physiker\_innen) irgendwie ganz anders vorgestellt“.
- „Die Suche (Literaturrecherche in der Bibliothek) hat mir gut gefallen, [da es] [...] nicht einfach nur [im Internet] googeln [war]“.

Darüber hinaus ist das Spiel bereits im Rahmen einer Projektwoche mit mehreren Klassen getestet worden, wobei die Einsätze überwiegend reibungsfrei verliefen und positiven Anklang fanden.

### 7. Fazit und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass viele Schüler\_innen verzerrte Vorstellungen von Naturwissenschaftler\_innen haben. Diese naiven, stereotypischen Vorstellungen können sich negativ auf das Interesse an Naturwissenschaften und die naturwissenschaftliche Berufserwartung auswirken. Daher ist es wichtig, diese Zerrbilder von Schüler\_innen durch adäquate Vorstellungen von Naturwissenschaftler\_innen zu ersetzen, um ihnen eine reflektierte Entscheidungsgrundlage hinsichtlich naturwissenschaftlicher Berufe zu ermöglichen. Im Rahmen dieses Projekts ist der Versuch unternommen worden, ein 360° Serious Game „Physics Life“ zu erstellen, in welchem die Tätigkeiten von Physiker\_innen adressatengerecht für Schüler\_innen ab der achten Jahrgangsstufe dargestellt werden. Dabei konnte durch den Einsatz von 360° Technologie eine möglichst authentische Darstellung von Personen und Räumen realisiert werden.

Nach Erprobung und Anpassung konnte erreicht werden, dass das Spiel selbsterklärend ist. Es benötigt keinen didaktischen Rahmen, so dass Spielende die Arbeitswelt von Physiker\_innen eigenständig kennenlernen und nacherleben können.

Es bleibt kritisch anzumerken, dass das Spiel nicht die Gesamtheit aller Tätigkeiten von Physiker\_innen umfasst, sondern lediglich ein didaktisch reduziertes Arbeitsumfeld exemplarisch abbildet. Des Weiteren ist festzuhalten, dass die Entwicklung eines 360° Serious Games detaillierte und zeitaufwändige Planung und Umsetzung erfordert, um eine realistische Lernumgebung ohne Logikfehler zu erschaffen.

Die ersten Testphasen deuten an, dass das Spiel „Physics Life“ dazu beitragen kann, stereotypische Vorstellungen von Schüler\_innen zum Arbeitsalltag von Physiker\_innen abzubauen. Eine genauere Untersuchung der Wirksamkeit ist in Planung.

Bei Interesse am Spiel „Physics Life“ nehmen Sie jederzeit gerne Kontakt mit uns auf (AG Didaktik der Physik, TU Darmstadt).

### 8. Literatur

- Dierks, P. O., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2014). Profiling interests of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education* (32.2), 97–144.
- Günzel, S. (2006). Bildtheoretische Analyse von Computerspielen in der Perspektive Erste Person. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.25969/mediarep/16668>
- Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3. ed.). Psychological Assessment Resources.
- Höttecke, D. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zu der Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, R. Duit, H.

- Fischler, C. Haagen-Schützenhöfer, D. Höttecke, R. Müller & R. Wodzinski (Hrsg.), *Springer eBook Collection. Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer Spektrum.
- Kriegel, M. & Spatz, V. (2022). Vorstellungen von Schüler\_innen zur Tätigkeit von Forschenden in der Physik. In J. Grebe-Ellis & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2022*.
- Leiß, F. (2020). *Untersuchung von Schülervorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern und deren Beeinflussung durch ein Schülerlabor* [Dissertation]. RWTH Aachen University. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2020-07442>
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21.
- Stamer, I. (2019). *Authentische Vermittlung von Naturwissenschaften im Schülerlabor* [Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund.
- van Eck, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *Teaching, Leadership & Professional Practice Faculty Publications*. 25. <https://commons.und.edu/tlpp-fac/25>